

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公告

⑪ 特許公報(B2)

平3-23631

⑫ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公告 平成3年(1991)3月29日

C 23 C 14/56
H 01 L 21/02

Z

9046-4K
7454-5F

発明の数 1 (全12頁)

⑭ 発明の名称 局部真空処理のためのエンベロブ装置

⑮ 特 願 昭58-183247

⑯ 公 開 昭59-88819

⑰ 出 願 昭58(1983)10月3日

⑱ 昭59(1984)5月22日

優先権主張 ⑲ 1982年10月19日 ⑳ 米国(US) ㉑ 435179

⑳ 発 明 者 ジョン・アール・ラマ アメリカ合衆国マサチューセッツ州ウエイクフィールド・
ツティナ ローズマリー・アベニュー22
㉑ 発 明 者 ボール・フランシス・ アメリカ合衆国マサチューセッツ州スワムスコット・ドー
ベトリック リ・ウェイ12
㉒ 出 願 人 バリアン・アソシエイ アメリカ合衆国カリフォルニア州バロ・アルト・ハンセ
ン・インコーポレイテッド シン・ウェイ611番地
㉓ 代 理 人 弁理士 竹内 澄夫 外1名
㉔ 審 査 官 鈴木 正 紀

1

2

⑳ 特許請求の範囲

1 対象物の表面上の局所的領域の真空処理を容易にするためのエンベロブ装置であつて、

内方真空処理領域を画成する第1の開孔を有する第1のエンベロブ要素、および前記真空処理領域を包囲する少なくとも1つの中間真空領域を画成する追加的開孔を有する追加的エンベロブ要素から成り、前記対象物と対向する外方表面を有する、局部エンベロブ部と、

前記第1のエンベロブ要素と気密連通し、前記内方真空処理領域内部に真空をもたらす第1の真空発生装置と、

前記追加的エンベロブ要素と気密連通し、前記少なくとも1つの中間真空領域に真空をもたらす追加的真空発生装置と、

から成り、
前記外方表面が、前記対象物の前記局所領域に近接対向して配置されたとき、前記追加的真空発生装置の動作により前記少なくとも1つの中間真空処理領域と前記対象物との間に段階的処理シールが形成され、該シールが前記内方真空処理領域から外部環境へと延在する、

ところのエンベロブ装置。

2 特許請求の範囲第1項に記載されたエンベロブ装置であつて、

真空処理装置と連結し、該真空処理装置の出口に付設されたエンベロブ装置。

3 特許請求の範囲第2項に記載されたエンベロブ装置であつて、

前記エンベロブ要素のそれぞれが円錐部材から成り、

前記エンベロブ要素のそれぞれの開孔が同一平面上にある、

ところのエンベロブ装置。

4 特許請求の範囲第3項に記載されたエンベロブ装置であつて、

15 前記外方表面が前記円錐部材の載頭端から成る、ところのエンベロブ装置。

5 特許請求の範囲第4項に記載されたエンベロブ装置であつて、

前記載頭端が前記円錐部材の正載頭端である、ところのエンベロブ装置。

20 6 特許請求の範囲第4項に記載されたエンベロブ装置であつて、

正の空気流れを発生させるための空気発生器を組み入れ、

前記エンベロップ部は、前記少なくとも1つの中間真空領域を包囲する空気流通領域を前記外方表面上に画成するための供給口を有し、

前記空気流通領域を画成する前記供給口と前記空気発生器とが気密連通し、当該真空エンベロップ装置と前記対象物との間に空気ベアリングが形成される、

ところのエンベロップ装置。

7 特許請求の範囲第6項に記載されたエンベロップ装置であつて、

前記空気流通領域が、前記外方表面上で前記全真空領域のうち最外の真空領域を包囲するように形成される、ところのエンベロップ装置。

8 特許請求の範囲第7項に記載されたエンベロップ装置であつて、

該外方表面はその中に溝を有し、

該溝は、前記外方表面上で前記空気流通領域付近から前記外方表面の周縁部まで延在し、

もつて、空気は原理的に前記空気流通領域から外界へと流れる、ところのエンベロップ装置。

9 特許請求の範囲第8項に記載されたエンベロップ装置であつて、

前記溝が、前記の最外の真空領域の外側に位置する環状リング形状溝と、該リング形状溝から前記周縁部へと延在する一連の放射状の溝とから成る、ところのエンベロップ装置。

10 特許請求の範囲第8項に記載されたエンベロップ装置であつて、

前記真空処理装置が、当該エンベロップ装置にベローズにより取り付けられ、

もつて、当該エンベロップ装置が、前記空気ベアリングの力と前記ベローズの力との間の動的平衡状態のZ軸位置に保持される、ところのエンベロップ装置。

11 特許請求の範囲第8項に記載されたエンベロップ装置であつて、

前記空気流通領域が、一連の供給口を通して前記外方表面上に形成される、ところのエンベロップ装置。

12 特許請求の範囲第2項に記載されたエンベロップ装置であつて、

前記エンベロップ要素が複数の隔壁した直方体部

材から成り、該直方体部材はこれらの間に前記内方真空処理領域と前記の少なくとも1つの中間真空領域とを画成する、ところのエンベロップ装置。

13 特許請求の範囲第2項に記載されたエンベロップ装置であつて、

前記エンベロップ要素の前記内方真空処理領域を横切つてそこに近接対向した状態で前記対象物を移動させるための搬送器を有する、ところのエンベロップ装置。

14 特許請求の範囲第13項に記載されたエンベロップ装置であつて、

前記搬送器がそこに、前記対象物を受容するためのくぼみを有し、

もつて、前記対象物の表面が前記搬送器の表面と同一平面になる、ところのエンベロップ装置。

発明の詳細な説明

〔発明の分野〕

本発明は、真空中で処理を実行するための装置に関する。特に、対象物の表面上の局所的な領域において真空処理を実行するためのエンベロップ(envelop)装置に関する。

〔発明の背景〕

地球大気外の真空領域での処理は、特別な宇宙実験以外不可能であるので、真空中での対象物処理は通常、シールドチェンバ内で行われている。地上での真空処理の場合には、対象物をチェンバ内へロードして、次にチェンバをシールし排気する。スパッタリング、真空蒸着、溶接又は荷電粒子ビームによる他の処理のうちから選ばれた処理がチェンバ内部で実行される。

半導体処理産業においては、バッチ方式が広く用いられている。バッチ方式の場合には、1回分のウェファがロードされ或いはアンロードされるたびにチェンバが外界に開けられる。そのため、連続するバッチのたびにチェンバの完全な排気が要求される。チェンバの真空が破られることによって、装置内へ汚染物の混入の可能性が生じ、チェンバ内部の全露出表面がガスを吸着してしまう。ひき続く排気の際に、チェンバ容積を満たすガスを除去することに加えて、吸着ガスも除去すべきである。さらに、装置が自動ローディング及び自動輸送の特色を備えている場合には特に、装置の複雑性が増す。従来の真空バッチ処理の例としては、米国特許第3749838号、第3892198号及び

第4298443号を参照されたい。

特に半導体処理産業で実施される真空処理技術の発展において、真空を効率良く利用することが行われてきている。効率的な真空利用を達成するために、ローディング及びアンローディングに要する時間を最小にする装置、対象物のロード・アンロードのたびに主処理チェンバを外界圧力へと戻すようなことを防止するためのロードロックチェンバを利用する装置、並びにガス吸着表面を最小にして排気要求量を減少するために主チェンバの寸法を減少させた装置が開発された。さらに、主チェンバ及びその内部の処理装置が不揮発性材料で製作され、チェンバへの脱ガスを減少させた。

真空チェンバの寸法そしてしばしば複雑性を減少させることその他の理由のために、個々の半導体ウェファの直列処理が実行されてきた。理論的には、チェンバはウェファ寸法近くまで寸法を減少させることができ、処理ステーションがチェンバの一つの壁を形成することもできる。直列処理の例としては、J. D. Helms の米国特許第 3721210 号の装置がある。この装置においては、半導体ウェファが支持ディスク上にロードされ、小容積反応チェンバへと連続的に移動される。F. T. Turner 等の Individual Wafer Metalizing System - A Case History (Industrial Research & Development, 1982 年 3 月 150 頁、同年 4 月 148 頁) に開示された装置によれば、個々のウェファがロードロックを通してカセットから移送プレートへと導入される。ウェファは、移送プレート上の適所にクリップで保持される。移送プレートが回転されて、ウェファを連続する処理ステーションにおける処置のために提供する。ウェファが各処理装置に向い合つて接近して提示されるので、各連続ステーションにおけるチェンバ容積は非常に小さい。さらに各チェンバは外気に対して開けられることなく、ただウェファ移送の際に隣接チェンバへと短時間露出されるに過ぎない。このようにして、ウェファのバッチ処理に伴う真空の非効率的利用が除去された。しかしながら、ウェファをロードロック又はチェンバへとロードする必要性及びそれに伴う処理開始前の排気要求によつて、スループットは依然として好ましくない。そして、最終的に高真空が発生

されるべき体積中に半導体ウェファをロードするので、少なくともウェファと同程度の大きさの包囲体が要求される。さらに、真空と空気の間面のために、ウェファ移送装置は依然として機械的に複雑である。ウェファ全体が真空内に維持されるので、ウェファを加熱又は冷却するためには輻射熱移送しか容易に得られない。故に、イオン注入又はスパッタエッチングなどの処理中に過度の温度上昇が生じ得る。或いは、ウェファ加熱を要する処理中に、真空内部でウェファを十分に加熱できないこともある。

集束荷電粒子ビーム処理の場合に、従来技術の真空領域は通常、真に処理すべき局部的領域よりもかなり大きい。この局部的領域は、ウェファの全表面積よりも小さいスポット領域又は良く局限された走査域である。代表的には、ビームが細かな運動をしている間に半導体ウェファがビームに対して相対移動して、ウェファ表面の全処理が得られる。ウェファ並進運動装置は代表的には真空容積内に含まれていて、それにより真空チェンバの寸法及び複雑性並びに関連する機構が増大する。

〔発明の目的〕

本発明の目的は、対象物の表面上の局部的真空処理を可能にするエンベロップ装置を提供することである。

他の目的は、処理すべき対象物の表面において、内部真空処理領域と外部環境との間の段階的真空シールを形成するエンベロップ装置を提供することである。

他の目的は、処理すべき対象物の表面上のうち真空が要求される局部的領域のみに真空をもたらすエンベロップ装置を提供することである。

他の目的は、対象物に物理的に接触することなく対象物の表面上の局部的領域に真空をもたらすエンベロップ装置を提供することである。

〔発明の概要〕

半導体ウェファなどの対象物の表面上の局部的領域において真空を容易に生成するためのエンベロップ装置を提供する。真空の存在によつて、特別の処理が実施可能になる。エンベロップ構造体が内方処理領域を面成し、そこで処理レベルの真空が維持される。さらに、内方処理領域を包囲する中間真空領域も面成される。内方処理領域及びそれ

を包囲する真空領域がエンベロブ装置の表面に晒され、該表面は処理すべき対象物に近接対向して位置され、それにより内方処理領域から外方へと段階的真空シールが形成される。真空エンベロブは固定位置に保持され或いは対象物表面の外形を機械的に追尾する。それにより、エンベロブ先端と対象物表面との間の間隙が許容範囲内に収まる。このことによつて、真空エンベロブ外側の外部環境に対する非接触段階的真空シールが形成される。半導体処理に応用した場合には、2段階排気により形成され且つ20~40マイクロメートルの範囲内の間隙を有する段階的シールが、エンベロブ装置の内方処理領域内部に 10^{-4} Torr又はそれ以下の真空を設定できることが解つた。

〔従来技術の説明〕

シールされた真空チェンバ内で真空処理状態が達成される。第1図に示すように、真空チェンバ10は、拡散ポンプ、イオンポンプ又はクライオポンプなどの高真空ポンプ14によつて、高真空に排気され、維持される。高真空ポンプ14は、冷却トラップ17及びバルブ16を介して荒引きポンプ19によつてバックアップされている。ブースタポンプ15又はルーツブロアポンプ等の他の補助ポンプを、中間排気段として用いることもある。高真空バルブ13は、チェンバのローディング及びアイローディングの間に真空ポンプをチェンバ10からシールする。高真空マノメータ11がチェンバ10内の真空度をモニターし、マノメータ16が前段の荒い真空度を指示する。動作にあたり、真空処理すべき対象物の全体をチェンバ10内に位置する。対象物のパツチのたびに装置を完全に排気して、処理を実行するのに十分な高真空レベルにする必要がある。そして処理中に温度上昇によるチェンバ壁の脱ガスが生じたとしても、真空度を維持する必要がある。入手可能な真空チェンバの寸法よりも大きな対象物は、パツチ真空処理を施すことができない。

局部的真空処理が真空の効率的利用をもたらし、真空処理装置の寸法及び複雑性を減少させる。或る特定応用例においては、処理すべき対象物に接触させて良く、シールを形成する。例えば、米国特許第4342900号においては、耐熱可撓性材料で製作されたシールド部材が、対象物に対して押圧される。シールド部材内部の空間が処理

領域を形成し、そこで真空が維持され、電子ビーム溶接処理が実施される。しかし、或る他の応用例にあつては、処理装置はウエファへの接触が禁じられる。例えば半導体ウエファの処理においては、ウエファの表面の既に処理された領域に損傷を与えないように、そしてひき続く処理を妨害しウエファを汚染するような微粒子の発生防止及びウエファの破損の防止のために、ウエファの上方表面への接触が禁じられる。こうして、半導体ウエファを処理するときには、ウエファとの物理的接触なしに局部的真空処理を達成することが望まれる。

〔好適実施例の概略〕

本発明のエンベロブ(envelope)装置は、ウエファとの物理的接触をしない。エンベロブ装置を組入れた装置の模式図を第2図に示す。エンベロブ装置29が、処理装置27の底部に取付けられる。エンベロブ装置29は円錐形状の局所エンベロブ部を有し、そのエンベロブ部は装置27により処理される対象物30の表面24に対向して位置する裁頭端31を有する。可撓性対象物を処理する場合には、以下に述べる種々の真空領域と外界との間の圧力差によつて対象物の反りを生じさせないように、エンベロブ装置を必要に応じて小さくすることができる。処理の実施を支持するための高真空が高真空ポンプ28により発生されて、高真空バルブ33を通じて処理装置27のチェンバへと連通される。加工処理は、幅dの開口部を通して表面24へと適用される。裁頭端31と処理すべき対象物の表面24との間に段階的真空シールが形成される。すなわち、開口部32のところが高真空が存在し、円錐29の外方に外圧が存在する。これらの間に中間的真空が存在し、エンベロブ要素である環状円錐スリーブ34を通して荒引きポンプ26に連通している。処理に要求される真空度に応じて、追加的な中間真空段を用いることができる。エンベロブ装置29の端部31と対象物30の表面24との間の間隙が連続的に維持される。この間隙は、固定されるか或いは、20~40マイクロメートルの許容範囲内で手段25により動的に維持されるかのいずれかである。この範囲の上限は、内方処理領域内で必要な真空度を維持するのに許容されるガス流入量によつて制限される。この範囲の下限は、ウエファ

との非接触を保障するのに必要な余裕量によつて制限される。上述した理由のためにウェファ接触は常時避けなければならないからである。

間隙維持技術には、平坦な空気ベアリングの使用、対象物及びエンベロブ装置のための固定位置設定、米国特許出願第3194055号に示された型の空気マイクロメータの使用が含まれる。本発明の型のエンベロブ装置に使用する他の間隙維持装置が、本出願人に譲渡された米国特許出願第435177号（局部真空処理のための間隙制御装置）に記載されている。簡単に説明すれば、その間隙維持装置は、真空エンベロブの先端と処理すべき対象物との間の間隙の測定値に対応した間隙感知信号をもたらすよう動作する検知手段を含む。制御手段が、間隙の変化に応じて動作し、所要間隙寸法又は許容寸法範囲と測定値との差に対応した制御信号をもたらす。作動手段が、制御信号に応じて真空エンベロブ装置と対象物との間隙を変化させるように動作する。好適実施例においては、作動手段は3基の離隔した独立に制御される作動器を有する。作動器は、被加工物ホルダーを通じて被加工物に結合される。制御手段は、作動器の各々に対して独立な作動信号をもたらす。独立な作動器が不等量だけ作動されるときに、作動手段は処理すべき対象物表面と真空エンベロブ装置との間の角度を変化させるように動作する。

真空が失われ或いはかなり減少されたときに、真空エンベロブ装置は新しく供給された基板に対してロックイン（lock-in）する必要がある。真空エンベロブ装置のロックインは、数通りの方法でなされ得る。或る実施例においては、2段階の真空ロックイン工程が用いられる。ここで内方処理領域の高品質真空が達成される前に、容量センサなどの検知器が用いられて真空エンベロブ装置の対象物表面に対する相対的接度を検出する。真空エンベロブ装置は、上方又は横方向の位置から対象物に向けて移動する。真空エンベロブ装置及び対象物が互いに近接して低レベル真空閾値を達成するのに十分なほどになると、容量センサが位置決め手段へと情報をもたらす。低レベル真空閾値を越すと、内方処理領域のための高真空源がターンオンされる。次に、上述の間隙維持装置が起動されて、段階的真空シールのための平衡真空レベルが速やかに達成される。既知の様な厚さ

を有する半導体ウェファの場合には、第3図に示すように、整合パッド63に隣接した真空チャック46の上にウェファを位置することができる。チャックは、ウェファの厚さに等しい距離だけパッドの下方にある。こうして、ステージ47は真空エンベロブ39に対して横方向に移動可能であり、パッド63又はウェファ45の上のどこにでも真空を保持することができる。或いは、イオン注入又は金属化のためには、第8、9図に示すようなくぼみを有するリンク搬送器83が用いられる。ても良い。

本発明は、真空エンベロブ装置と対象物表面との間に非接触シールをもたらす。シールが確立されると、エンベロブ装置の内方領域内部で真空が発生され維持される。この領域は、処理すべき対象物表面上の局部的範囲に対応する。この領域内部では、例えば電子ビーム溶接、イオンビームミリング、リソグラフィックプロセス等の特定の真空処理が実行される。代表的には、真空エンベロブ及び基板が互いに相対的に移動し、エンベロブ真空領域は異なる時刻には対象物の異なる局部的領域の上方にある。或るパターンに従つて相対的運動がなされるので、対象物の適切な全ての領域が真空処理により処理されて、その後対象物は取除かれて新しい対象物が処理のために挿入される。

ほぼ平坦な表面又は外形が緩やかに変化する表面を有する対象物が処理されるときに、本発明の非接触要求が適えられる。外形の緩慢変化の結果として、真空エンベロブ装置の先端をウェファに近接させる急激なZ軸移動が要求される。真空装置と対象物との間の間隙の範囲の許容値は、処理のために必要な真空の品質にも依存する。例えば溶接装置内におけるような約 10^{-4} Torr以上の低品質真空が許容されるならば、大きい間隙又は不規則表面対象物が許される。半導体処理装置におけるように約 10^{-4} Torrよりも低い高品質の真空が要求されるならば、より狭い間隙が維持され且つウェファが狭い範囲内に平坦であることが必要とされる。半導体産業界において、そのような高度の表面平坦性を有するウェファが業者により日常的に供給されている。1981年における磨かれた単結晶スライスのためのSEMI標準MI-1は、ウェファ厚の最大許容変化を特定し、それについての

将来の修正について指示している。半導体産業の処理において、処理中のウェファのねじれを防止するために大きな注意が払われていて、ウェファは自動的ウェファ操作装置によつて操作される傾向にある。例えば、D.C.Guidiciによる「ウェファ平坦性 (Wafer Flatness)」(An Overview of Mesurement Considerations and Equipment Correlation, SPIE、第 174 巻、Developments in Semiconductor Microlithography IV、1979年第132頁)を参照されたい。ねじれの主要源の一つである高温処理が、本発明の装置を用いることによりほぼ減少される。そういうねじれは、半導体素子の処理に伴う最大の問題点の一つである。例えば、D. Thebault 等の Review of Factors Affecting Warpage of Silicon Wafers(RCA Review、1980年12月、第41巻第592頁)を参照されたい。本発明のエンベロブ装置に伴うねじれの減少は、任意の時点でウェファの大部分が外部環境に露出して以つて外界とウェファとの間の全体的に高い熱移動がもたらされることに起因する。ウェファの処理すべき局部的領域付近の部分における熱損失が特に高い。何故ならば、そこでは温度差及び熱移送量が最も大きいからである。こうして、ウェファねじれは非常に減少され、間隙は許容範囲内に容易に維持される。

〔好適実施例の説明〕

第2図の模式図に示すように、処理装置27は本発明の真空エンベロブ装置29を用いる。表面処理されるべき対象物30は、エンベロブ装置29の先端31と離れて近接対向位置に存置される。処理を保持するのに十分な真空が、真空ポンプ28によりバルブ33を通じて装置27へそしてエンベロブ装置27の内方処理装置32へ供給される。代表的には対象物30の移動により、或いは処理装置27の移動によつてエンベロブ装置29が対象物30に対して相対的に移動するとき、処理すべき表面領域の各部分が内方処理領域32へと連続的に晒される。領域32は、真空エンベロブ装置29内部に寸法dの開孔を有する。対象物30の全表面24が同時に真空に晒されることはなく、ほんの小さな局部的部分のみが任意の時刻に真空及び付随処理に晒される。荒引きポンプ26によつて中間真空レベルが発生され、内

方処理領域32を包囲するエンベロブ要素であるスリーブ34を通して先端31に連通している。このようにして、エンベロブ装置29の先端31と対象物30の表面24との間に段階的真空シールが生じる。段階的真空シールは、チャネル34の開孔の下での内方処理領域32から外界への間で存在する。先端31と対象物30の表面24との間隙は、処理真空要求が厳格でない場合には固定しても良い。或いは、本出願人の米国特許出願第435177号に詳細に記載したような手段25によつて、間隙を動的に制御しても良い。真空エンベロブ装置29が機械的手段(図示せず)によつて対象物30に対して相対的に移動するにつれて、処理される領域の位置が変化する。ビームに応用した場合には、真空エンベロブ装置29の開孔下方に同時に晒されている対象物30の表面24の部分に対して、ビームが全体に又は選択的に指向され走査され得る。このような組合わせた移動法は、米国特許出願第3900737号に開示された型のもので良い。

本発明のエンベロブ装置を電子ビームリソグラフィ装置に応用した場合の特定応用例を第3図に示す。エンベロブ装置39は、電子ビームコラム35の底部に据え付けられる。120は電子源、121はイルミネーション及び成形手段、122は縮小手段、123は射出及び偏向手段である。エンベロブ装置39の先端40は、真空チャック46上に載置された半導体ウェファ45の表面のわずかに上方に位置する。エンベロブ装置39の先端40とウェファ45の表面との間隙が維持される。装置が動作すると、この間隙内部で段階的真空シールが形成される。真空エンベロブ装置39が截頭円錐形状の局所エンベロブ部を有するので、放射状のシールが形成される。局所エンベロブ部は隔壁されたエンベロブ要素である円錐部材を有し、各エンベロブ要素は開孔を有し、一連の分離した内方領域43、並びに中間領域42および41が画成される。各領域は真空ポンプに気密連通されている。中間的領域41及び42が、第1段ポンプ53及び第2段ポンプ54にそれぞれ連通する。領域43は、高真空ポンプ36に連通している。ポンプ36は、リソグラフィック処理を支持するのに十分な真空をもたらす。先端における真空の質は、ポンプ36と先端40との間

の低いコンダクタンスを反映する。真空度は段階的に形成され、すなわち外部環境のレベルから、第1段真空ポンプ53により生じた低真空レベルへ、そして第2段真空ポンプ54により形成された高い真空レベルへ、さらに先端40に連通した高真空ポンプ36により形成されたより高い真空レベルへと段階的な真空度が達成される。レンズ60などの電子光学素子をもつてコラム35を充填することにより生じた低いコンダクタンスのために、高真空の一部のみが真空エンベロップ装置39の先端40に連通する。しかしながら、内方領域43を通して十分な高真空が配分され、領域41及び42を通して中間的な真空が配分される。それにより、コラム35に対してのステージ組立体47の相対的移動が達成されている際にも、段階的真空シールが維持される。加工用ビームの処理の点が半導体ウェファの表面上を移動したとしても、処理の点において常に真空が維持される。

x-γレーザ干渉計からのフィードバックなどの制御信号に応答して適切に正確な移動をもたらし得る任意の手段によつて、ステージの移動が達成される。決定時間の短いことも要求される。例えば、直交円筒形状の空気ベアリングを用いても良い。例えば、D.R.Herriott等の「EBES: A Practical Electron Lithography System」(IEEE Transactions on Electron Devices, ED-22, 1975年 第385頁)を参照されたい。平坦な空気ベアリングも提案された。例えば米国特許出願第4191385号を参照されたい。或いは、ダブルサイド平坦空気ベアリングも用い得る。B. G.Lewis等の「ウェファ直接露光電子ビームリソグラフィのためのレーザ干渉計制御X, Y空気ベアリング」(電子及びイオンビーム科学技術に関する第10回国際会議、1982年第477頁)を参照されたい。そこで用いられた空気ベアリング並進手段は、しかしながら、嵩が大きくコスト高であり且つ良好な作動状態を維持するのが困難である。好適には本出願人の同時係属米国特許出願第435178号に開示したような線形モータを閉ループ系内で用いても良い。例えば、Sawyer原理型等のような線形モータを用いることにより、設計の単純化及び滑らかな動作特性が得られる。Sawyer原理型モータの場合には、可動ステージは、ワイヤ巻きで電磁石として機能する磁極のネ

ットワークを有する。ベースプレートが、整合する又は補足的な磁極ネットワークを有する。可動ステージ上の磁石の極性を適切にスイッチングすることにより、その磁極はベースプレート上の反対極性磁極により間欠的に選択的に引きつけられる。スイッチングのタイミングがモータの速度を決定する。極めて滑らかな移動が得られる。例えば、B. A. Sawyer の Magnetic Positioning Device(Re 27, 289)、及び J. Dunfield 等の Sawyer - Principle Linear Motor Positions Without Feedback(Power Transmission Design, 1974年6月第72頁)を参照されたい。

自動ウェファ処理装置においては、直列ローディングの可能性が望まれる。その可能性によつて、ウェファは或る処理ステーションから他の処理ステーションへと移動され一時停止することなしに次の連続する処理工程へと導入されて、パッチを形成する。例えば、F. T. Turner 等の Individual Wafer Metallizing System - A Case History(Industrial Research and Development, 1981年3月第150頁、1981年4月第148頁)を参照されたい。そこでは、任意の時刻に特定の処理ステーションにウェファの大量なパッチが位置されるということはない。本発明の真空エンベロップ装置によつて直列ローディングは本来的なものである。というのは、任意の時刻に単一のウェファのみが真空エンベロップ装置へと輸送され、処理に課せられる。このことは、第3、4図を参照すれば理解できる。そこではリソグラフィ装置が、真空チャック46上のウェファ45に隣接して位置した整合パッド63を有するものとして示されている。ステージ47上に真空チャック46からウェファ45がアンロードされ或いはそこへロードされるときには、ステージ47は移動して真空エンベロップ装置39の真下に整合パッド63がくるようにし得る。それにより、ウェファの妨害ないローディング及びアンローディングが可能になる。真空エンベロップ装置の先端が新しくロードされたウェファ上に位置されたときに処理用真空を再度確立するという必要はない。何故ならば、真空はそのまま保持されているからである。

真空エンベロップ装置の先端の底面図を第5、6図に、断面図を第7図に示す。第5図の先端は、

第3、4図に側面断面図で示した3段真空エンベロブに対応する。第6、7図の先端は、第10図に示す3段エンベロブに空気ベアリングを加えた実施例に対応するものである。3段真空エンベロブの場合には、高真空領域65が円錐部材68により包囲され、高真空ポンプ36に連通している。中間真空領域66が環状円錐部材69により包囲され、第2段真空ポンプ54に連通している。中間真空領域67が外方表面となる円錐部材70により包囲され、第1段真空ポンプ53に連通している、3段エンベロブ+空気ベアリングの場合には、前記と同一の構成に加えて、空気供給孔72、環状溝73及び放射状空気溝71を有する。空気供給孔72は、領域106を介して正の空気供給器113に連通する。動作にあたり、適切な圧力の空気が供給されて、真空エンベロブの先端の外方表面円錐部材70と半導体ウエファ99の表面との間に空気ベアリングを生じさせる。真空溝67への空気の流入を最小にするために、内方に流入する空気を受ける環状溝73が配置されて、外方へ通ずる放射状空気溝71へとその空気を導通させる。空気はほとんど真空領域67へは進入しない。外方表面円錐部材70の周囲を横切つて外界へと到達する空気もあるが、大部分の空気は環状溝73及び放射状空気溝71を通過して外界へと流れる。

第6、7及び10図の空気ベアリング実施例の場合には、ステージ101と真空チャック102と真空エンベロブ装置103との間に活動的Z軸追尾を設ける必要はない。その代わりに、エンベロブ装置103はベローズ107によつて処理チェンバ109に付着している。処理チェンバは、例えば加工用ビーム108を生じる電子光学コラムであつて良い。ステージ101は、X、Y駆動装置によつてエンベロブ装置103の先端105に対して移動する。ベローズ107の弾性力と空気ベアリングによる浮揚力との間の動的平衡によつて、相対的なZ軸移動がもたらされる。

本明細書及び図面においては簡単のために、真空エンベロブ装置は鉛直方向であるものとして説明し、処理装置は対象物の上方にあるものとした。しかし実際の応用においては何れの方法を選択しても良い。例えば半導体ウエファの処理においては、水平方向の真空エンベロブ装置が好適で

あり、それによりウエファ自身は鉛直方向であつてウエファ表面上への粒子沈降を防止する。不規則な形状の対象物の表面を真空処理する場合には、可動装置が対象物表面上で横方向に移動する際に、真空エンベロブ装置の方向を変化させる必要がある。或いは、処理装置の形状及び性質に適合するようにエンベロブ装置の方向を選択しても良い。対象物は、エンベロブ装置による段階的シールの形成に適切な方向に位置することができ

る。ところで、真空エンベロブ装置は例示・説明のために円錐形状であるものとした。このことによつて、小さな局部的領域全体にわたつて集束ビーム処理が支持され得る。しかしながら、一般に先端の形状は特定の処理に見合うように選択される。例えば、ライン走査のためには長方形が良いだろう。電子ビーム溶接の場合には、真空エンベロブ部の形状は、溶接すべき対象物表面の外形に適合するように作られる。いずれの場合にも、エンベロブ装置の先端と対象物の表面との間に真空シールが維持されて、内方処理領域から外界にわたり段階的真空シールが達成される。エンベロブ部の寸法はあまり大きくすべきではない。処理すべき対象物が、種々の真空レベルと外界圧力との差圧によつて曲げを被るからである。一般に、対象物の剛性が大きくなり又は真空レベルが低くなるほど、真空に晒される内方処理領域の面積は大きくできる。内方高真空領域を包囲してそこを外界から分離するための真空段の数は、低真空要求に対しては1つ、より高い真空が要求される場合には2つ又はそれ以上にすることができる。第6、7及び10図に示すように、真空エンベロブ装置は平坦空気ベアリングで支持され、許容範囲内の間隙を維持することができる。本発明のエンベロブ装置を用い得る応用例として、原理的に2つの型がある。大表面積処理とリソグラフィである。後者の応用の場合には、内方の高真空領域は小さい。何故ならば、ビームは数ミリメートル程度の距離しか走査せず、基板の並進運動がより大きなサイズの相対的移動をもたらすからである。例えば電子ビームなどの集束ビームの深さによつて、本出願人の米国特許出願第435177号及び第435178号に示したような正確なZ軸制御を得ることが必要な場合もある。できるだけ多くのマスク

又はシリコンを利用するために、エンベロブ装置はできるだけ縁部に接近するよう機能する必要がある。以て、小寸法の装置を採択することが好まれる。集束ビーム処理の場合には、円錐形状の先端が好適である。何故ならばその形状は先端への良好な真空コンダクタンスをもたらし、小さな先端は対象物に小さな差圧しか与えないからである。大規模な応用の場合には、縁部のことは考慮せずに種々の形状の大きなエンベロブ構造を用いることができる。

第8、9図を参照すると、可動搬送器83が、くぼみ84を有する表面82を備える。くぼみ84は、平坦部81を有する半導体ウェファ80の受容するように形状づけられている。好適には、半導体表面の露光表面は、搬送器83の表面82と同一平面である。さらに好適には、ウェファは在来の真空チャック手段（図示せず）によつてくぼみ84内に保持される。搬送器は、真空エンベロブ要素77（断面で示してある）の下を移動することができる。真空エンベロブ要素77は、例えばイオン注入器、プラズマエッチング装置又はスパッタ付着装置の端部に位置される。内方真空領域79内部で処理が維持され、領域78内で中間的真空が確立される。内方真空領域79から、エンベロブ要素76の下方、中間的真空領域78を横切り、エンベロブ要素77の下方、そして外界へと、段階的な真空シールが達成される。内方真空領域79がくぼみ84に隣接する表面82上に重なると、その場所に処理がなされてしまう。この処理の衝撃を最小にするために、イオン注入において特別の走査パターンを用いたり、搬送器83を周期的に再生したり交換したりすることができる。そういう連続的処理は、太陽電池のために製作されたリボン半導体材料に特に好適である。例えば、縁部が画成された膜供給成長によつて成長させられたシリコンリボンのイオン注入が、イオン注入器に付設されたエンベロブ装置の下でリボンを走らせることにより達成される。

図面の簡単な説明

第1図は、従来技術のバッチ型真空処理装置の

概略図である。第2図は、本発明のエンベロブ装置を組み入れた局部的真空処理装置の模式側面図である。第3図は、本発明のエンベロブ装置を組み入れた電子ビームリソグラフィ装置の側面断面図である。第4図は、本発明の真空処理のためのエンベロブ装置の詳細な側面断面図である。第5図は、本発明の局所エンベロブ部の先端の底面図である。第6図は、本発明の局所エンベロブ部の先端の変形実施例の底面図である。第7図は、第6図の線分7-7に沿って取った断面図である。第8図は、本発明のエンベロブ装置を組み入れた装置により処理されるべき半導体ウェファを保持するための搬送器機構の平面図である。第9図は、第8図の搬送器機構の拡大縦断面図である。第10図は、第6及び7図の装置の詳細な側面断面図である。

（主要符号の説明） 10……真空チェンバ、11……高真空マノメータ、13……高真空バルブ、14……高真空ポンプ、15……ブースタポンプ、16……バルブ、17……冷却トラップ、19……荒引きポンプ、24……表面、26……荒引きポンプ、27……処理装置、28……真空ポンプ、29……エンベロブ装置、30……対象物、31……銃頭端、先端、32……開口部、33……真空バルブ、34……環状円錐スリーブ、35……電子ビームコラム、36……高真空ポンプ、39……真空エンベロブ装置、40……先端、41、42、43……分離した領域、45……ウェファ、46……真空チャック、47……ステージ、53……第1段ポンプ、54……第2段ポンプ、63……整合パッド、65……高真空領域、66……中間真空領域、67……真空溝、68……円錐部材、69……環状円錐部材、70……外方円錐部材、71……放射状空気溝、72……空気供給孔、73……環状溝、76、77……エンベロブ要素、79……内部真空領域、83……リンク搬送器、84……くぼみ、99……ウェファ、107……ベローズ、108……加工用ビーム、109……処理チェンバ、113……正の空気供給器、116……X、Y駆動装置。

FIG.1

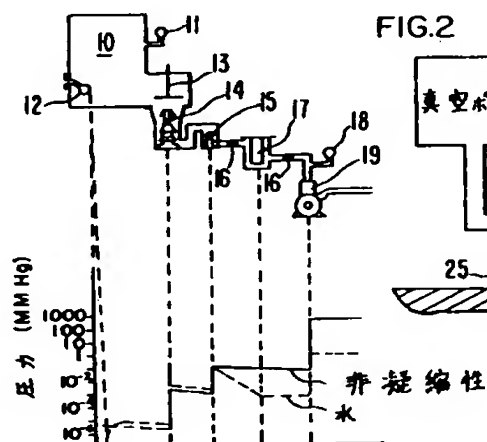


FIG.2

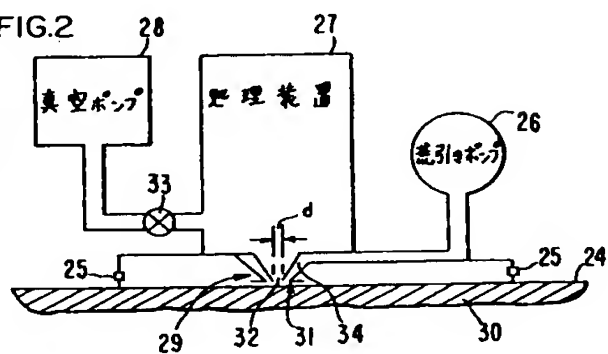


FIG.3

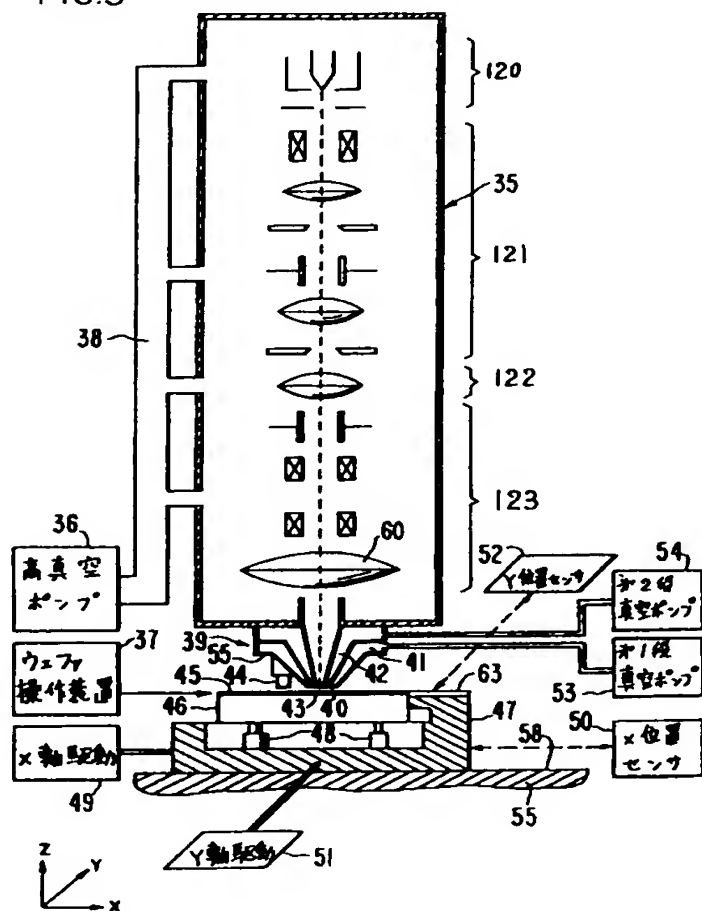


FIG. 4

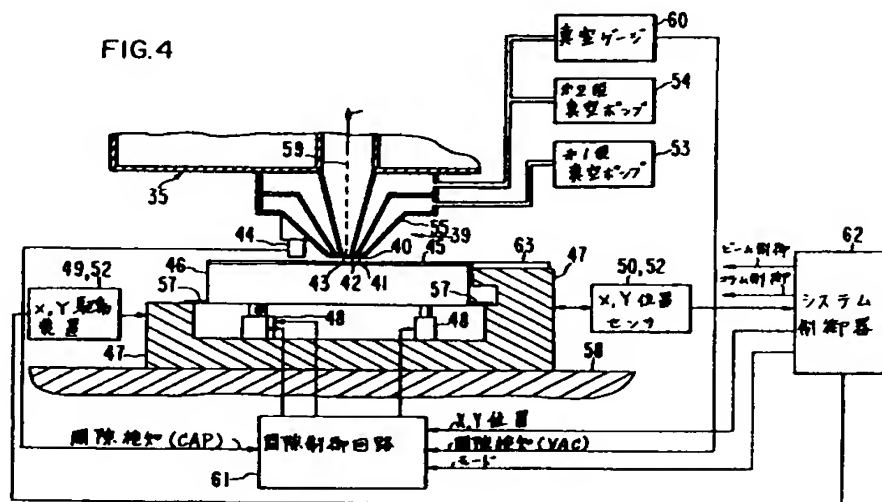


FIG. 5

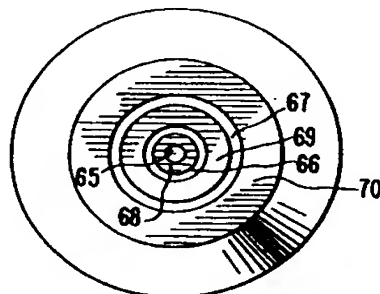


FIG. 6

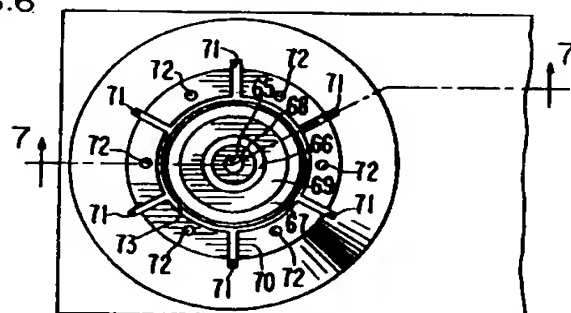


FIG. 7

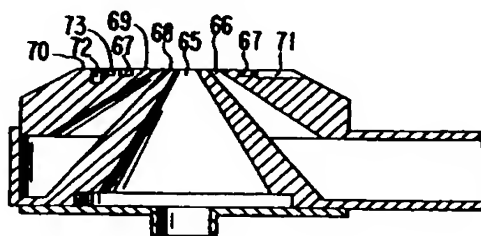


FIG. 8

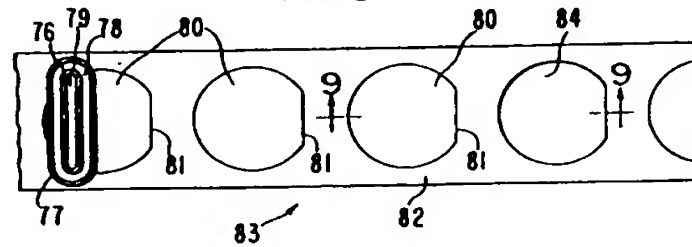


FIG. 9

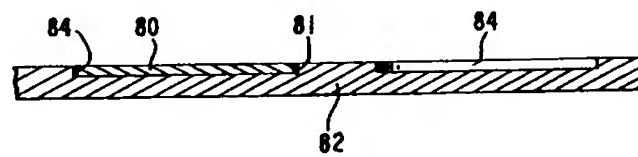


FIG. 10

